

PENGARUH EKSTRAK KOMPOS LIMBAH BUAH KAKAO DAN PEMUPUKAN P TERHADAP AL MONOMERIK DALAM TANAH DAN SERAPAN P OLEH JAGUNG PADA OXIC DYSTRUDEPT

Effect of Cacao Fruit Waste Compost Extract and P Fertilizer Application on Monomeric Al in The Soil and P Uptake by Maize in Oxic Dystrudepts

Rezi Amelia¹⁾

¹⁾ Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah. Telp. 0451-429738. E-mail : reziamelia@gmail.com

ABSTRACT

The study was conducted to determine the effect of extract of cacao fruit waste compost at various levels of P fertilizer application on monomeric Al in the soil and acidity characteristics of Palolo Oxic Dystrudepts. In addition, this study was aimed to determine the effect of extract of cacao fruit waste compost at various levels of P fertilizer application on P uptake, P fertilization efficiency and maize growth in the Oxic Dystrudepts. The experiment was carried out in two phases. Phase I was a soil experiment without plant, while in phase II, the experiment was conducted in a greenhouse using maize as an indicator plant. The experimental design used was a two-factorial randomized complete design, where the first factor was rate of cacao fruit waste compost extract produced from 8-day fermentation process (D) consisting of $D_0 = 0 \text{ l.ha}^{-1}$ (control), $D_1 = 500 \text{ l.ha}^{-1}$, $D_2 = 1000 \text{ l.ha}^{-1}$, and $D_3 = 2000 \text{ l.ha}^{-1}$. The second factor was rate of SP-27 (P) fertilizer consisting of $P_0 = 0 \text{ kg.ha}^{-1}$, $P_1 = 50 \text{ kg.ha}^{-1}$, $P_2 = 100 \text{ kg.ha}^{-1}$, and $P_3 = 200 \text{ kg.ha}^{-1}$. Each treatment was replicated three times, hence, there were $4 \times 4 \times 3 = 48$ experimental plots. The results showed that increasing rates of cacao fruit waste compost extract application at all rates of P fertilizer significantly decreased monomeric Al concentration in the soil solution, and this monomeric Al concentration also decreased with increasing rates of P fertilizer at all rates of cacao fruit waste compost extract application. The application of compost extract at 2000 l.ha^{-1} combined with P fertilizer at 200 kg.ha^{-1} represented the best combination since it decreased the concentration of monomeric Al in the soil solution from $650.8 \mu\text{M}$ to $339.7 \mu\text{M}$. The results also showed that application of cacao fruit waste compost extract with increasing rates significantly decreased soil exchangeable Al and increased soil pH, P uptake efficiency of maize, soil available P, soil organic C level, soil CEC, plant dry weight, and P concentration and uptake of maize. In the experiment with maize as an indicator plant, P concentration and P uptake in maize tissue also increased with increasing in P fertilizer rate. Application of P fertilizer at the rate of 200 kg Pha^{-1} produced the highest P concentration (0.50%) and P uptake ($238.61 \text{ mg P plant}^{-1}$) in the plant at 38 days after planting (DAP). P uptake efficiency increased with increasing rates of cacao fruit waste compost extract, while the efficiency of P uptake decreased with increasing rates of P fertilizer application.

Key Words : Cacao fruit waste, compost extract, monomeric Al, Oxic Dystrudepts, and P fertilizer.

PENDAHULUAN

Oxic Dystrudept merupakan salah satu jenis tanah mineral masam yang memiliki kemasaman dan aktivitas Al yang tinggi, namun sangat potensial untuk pertanian di Indonesia. Menurut Date *et al.* (1995), yang

menjadi kendala utama bagi pertumbuhan tanaman pada Oxic Dystrudept adalah keracunan aluminium yang merupakan fungsi aktivitas ion aluminium Al^{3+} , $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$, dan $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ di dalam larutan tanah. Hasil-hasil penelitian kultur larutan menunjukkan bahwa spesies aluminium yang berkorelasi positif dengan

panjang akar relatif (*relative root length*) adalah Al-monomerik (Stevenson, 1994; Weber, 2002). Selain aluminium, fosfor merupakan salah satu unsur pembatas utama pertumbuhan tanaman yang ditanam pada Oxic Dystrudept.

Menurut Baquerol dan Rojas (2001), upaya untuk merevitalisasi dan mempertahankan produktivitas Oxic Dystrudept adalah mengurangi aktivitas Al-monomerik di dalam larutan tanah sehingga dapat meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah melalui pemberian bahan organik. Pupuk organik yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas tanah masam umumnya masih terfokus pada penggunaan pupuk kandang dan kompos dengan takaran tinggi. Dengan kemajuan teknologi pertanian dan bioteknologi, saat ini telah berhasil dibuat pupuk organik yang efisien. Dengan proses fermentasi dan pengayaan unsur-unsur hara, efisiensi pupuk organik dapat ditingkatkan. Penggunaannya tidak lagi harus dalam volume yang cukup besar dan waktu yang diperlukan lebih singkat dibandingkan dengan proses secara alami (tradisional/konvensional) yang memerlukan waktu lebih lama.

Ekstrak organik merupakan cairan hasil fermentasi bahan organik (limbah pertanian, peternakan, dan perikanan) yang mengandung berbagai macam asam amino, fitohormon, mikroba menguntungkan, berbagai vitamin dan nutrisi esensial serta berperan dalam mengaktifkan dan menstimulasi pertumbuhan mikroba di rizosfer dan filosfer tanaman (Simarmata, 2001). Adanya pasokan substrat organik dan nutrisi dalam ekstrak organik akan memacu pertumbuhan dan perkembangan mikroba menguntungkan (*beneficial microbes*) yang secara alami banyak terdapat di dalam tanah (bakteri penambat N, bakteri pelarut fosfat, dan penghasil fitohormon).

Di Sulawesi Tengah terdapat limbah kulit buah kakao, baik dari perkebunan besar maupun perkebunan rakyat. Jika limbah tersebut diolah menjadi pupuk berupa ekstrak organik dan disosialisasikan pada tingkat

petani, upaya untuk mengatasi ketergantungan terhadap pupuk anorganik dapat dikurangi dan penanganan limbah tersebut dapat diatasi.

Penggunaan ekstrak kompos sebagai bahan pemacu pertumbuhan akar tanaman telah mulai dikembangkan. Kemampuan ekstrak organik limbah kulit buah kakao, yang mengandung asam humat, asam fulvat, dan senyawa organik penting lainnya diharapkan mampu meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap P pada Oxic Dystrudept.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini didahului dengan pembuatan kompos dan ekstrak kompos limbah buah kakao kemudian dilanjutkan dengan percobaan pot dengan tanah tanpa tanaman di laboratorium analisis Fakultas Pertanian Universitas Tadulako di Palu dan percobaan pot dengan tanaman di rumah kaca Balitbangda Provinsi Sulawesi Tengah. Kedua percobaan ini dimulai dari bulan Januari 2010 sampai Maret 2010. Jenis tanah yang digunakan adalah Oxic Dystrudept yang diambil dari Desa Lembangtongoa, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi Biromaru, Provinsi Sulawesi Tengah.

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini, ekstrak kompos limbah buah kakao yang berasal dari hasil proses fermentasi selama 8 hari, ember plastik, kertas saring Whatman No. 42, filter saringan 0,22 μm (Sartorius, SM 11307025N) dan 0,05 μm (Millipore VSWP), benih jagung manis kultivar *Bisma* sebagai tanaman indikator. Untuk mencegah serangan hama, dipergunakan insektisida Dursban 500 EC dengan konsentrasi 1 ml.l⁻¹. Pupuk basal terdiri atas urea, KCl, ZnSO₄.7H₂O, CuSO₄.5H₂O, dan H₃BO₃, masing-masing sebagai sumber N, K, Zn, Cu, dan B.

Rancangan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial dua faktor, dimana faktor pertama adalah takaran ekstrak kompos limbah buah kakao proses fermentasi 8 hari (D) yang terdiri dari D₀ = 0 l.ha⁻¹ (kontrol), D₁ = 500 l.ha⁻¹, D₂ = 1000 l.ha⁻¹, dan D₃ = 2000 l.ha⁻¹,

sedangkan faktor kedua adalah takaran pupuk SP-18 (P) yang terdiri dari $P_0 = 0 \text{ kg.ha}^{-1}$, $P_1 = 50 \text{ kg.ha}^{-1}$, $P_2 = 100 \text{ kg.ha}^{-1}$, dan $P_3 = 200 \text{ kg.ha}^{-1}$. Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga seluruhnya terdapat $4 \times 4 \times 3 = 48$ plot percobaan.

Variabel yang diukur dalam analisis tanah dan tanaman di laboratorium adalah sebagai berikut : (a) kadar aluminium monomerik (Al-monomerik) dalam larutan tanah, aluminium dapat tukar (Al-dd), kemasaman tanah (pH), P tersedia, C organik dan KPK; (b) konsentrasi dan serapan hara P tanaman; (c) efisiensi serapan hara P, yakni jumlah hara P yang diserap oleh tanaman dari sejumlah pupuk P yang diberikan, berupa nisbah antara jumlah hara P yang diserap tanaman dan jumlah hara yang diberikan dalam bentuk pupuk dikalikan 100%.

Data yang terkumpul dari hasil analisis laboratorium, diolah secara statistik dengan menggunakan komputer, yang hasilnya disajikan dalam bentuk tabel dalam aras nyata 5%. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap sifat kimia dalam tanah seperti Al-monomerik, aluminium dapat ditukar (Al-dd), kemasaman tanah (pH), P tersedia, KPK, kadar C organik, dan kombinasi ekstrak limbah organik terbaik dalam menekan aktivitas Al-monomerik serta konsentrasi dan serapan P tanaman, data dianalisis dengan uji sidik ragam univariat dengan uji BNJ ($\alpha 0.05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Oxic Dystrudept Palolo. Berdasarkan hasil analisis berbagai ciri fisik dan kimia tanah awal menunjukkan bahwa tanah penelitian bereaksi masam dengan jumlah Al dapat ditukar (Al-dd) sebesar $7,18 \text{ cmol (+).kg}^{-1}$, dan kejenuhan Al sebesar 71,80%. Kejenuhan Al itu tergolong sangat tinggi. Tanah ini tergolong miskin hara dengan kadar N total rendah sebesar 0,19%, kadar C organik rendah sebesar 1,85%, Ca tertukarkan sangat rendah sebesar $0,17 \text{ cmol (+).kg}^{-1}$, Mg tertukarkan rendah sebesar $0,58 \text{ cmol (+).kg}^{-1}$, K tertukarkan rendah sebesar $0,26 \text{ cmol (+).kg}^{-1}$, Na tertukarkan rendah sebesar $0,17 \text{ cmol (+).kg}^{-1}$, KPK

sedang sebesar $22,94 \text{ cmol (+).kg}^{-1}$, serta kejenuhan basa sangat rendah sebesar 3,31%.

Nilai pH menunjukkan bahwa tanah bereaksi masam dimana pH (H_2O) sebesar 4,7, dan pH (KCl) sebesar 3,6. Reaksi tanah yang berharkat masam dan kelarutan ion Al yang tinggi cenderung mempengaruhi ketersediaan P, baik P tanah dan P yang ditambahkan melalui pupuk karena ion Al^{3+} bebas mempunyai kemampuan untuk mengikat P, sehingga ketersediaan P menjadi rendah. Kandungan P tersedia larutan tanah yang diekstrak dengan larutan Bray-I sebesar 13,65 ppm P_2O_5 atau 5,83 ppm P tergolong rendah.

Percobaan Pot dengan Tanah Tanpa Tanaman.

Pengaruh pemberian ekstrak kompos limbah buah kakao dan pupuk P terhadap konsentrasi Al-monomerik dalam Oxic Dystrudept. Berdasarkan sidik ragam data konsentrasi Al-monomerik dalam larutan tanah menunjukkan bahwa efek interaksi di antara pupuk P dan ekstrak kompos terhadap Al-monomerik teruji nyata. Konsentrasi Al-monomerik umumnya semakin menurun dengan peningkatan pemberian ekstrak kompos pada semua takaran pupuk P, dan konsentrasi Al-monomerik dalam larutan tanah akan semakin menurun dengan peningkatan takaran pemberian pupuk P pada semua takaran ekstrak kompos (Tabel 1). Konsentrasi Al-monomerik terendah diperoleh pada pemberian ekstrak kompos dengan takaran 2000 l.ha^{-1} yang disertai dengan pemberian pupuk P dengan takaran 200 kg.ha^{-1} dengan nilai rata-rata sebesar $339,7 \mu\text{M}$.

Pemberian ekstrak kompos limbah buah kakao lebih efektif menurunkan konsentrasi Al-monomerik dalam larutan tanah jika diberikan secara bersama dengan pupuk P. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kompos secara langsung terhadap tanah masam mampu menekan aktivitas Al-monomerik dalam larutan tanah (De Cristofaroa *et al.*, 2000, dan Darman, 2006). Lebih lanjut dilaporkan bahwa pengaruh ekstrak kompos dalam menurunkan Al-monomerik berkaitan dengan asam-asam organik yang terkandung dalam

ekstrak seperti asam humat, asam fulvat, asam sitrat dan asam oksalat membentuk endapan Al-organik, sehingga aktivitas Al-monomerik berkurang. Penurunan Al-monomerik dengan pemberian pupuk P juga dapat disebabkan karena sebagian P yang diberikan dapat terfiksasi oleh Al menjadi bentuk Al-P yang tidak larut yakni $\text{Al}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4$ (Sanchez, 1992).

Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap pH Tanah dan Aluminium dapat Ditukar (Al-dd) dalam Oxic Dystrudept.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa efek interaksi antara ekstrak kompos limbah buah kakao dan pupuk P teruji nyata. Umumnya pH Oxic Dystrudept semakin meningkat dengan peningkatan pemberian ekstrak kompos pada semua takaran pupuk P, dan pH tanah semakin meningkat lagi dengan peningkatan takaran pemberian pupuk P pada semua takaran ekstrak kompos (Tabel 2).

pH tanah terendah terlihat pada perlakuan kontrol dengan rata-rata pH 4,8, dan pH tanah tertinggi diperoleh pada pemberian ekstrak kompos dengan takaran 2000 l.ha^{-1} yang disertai dengan pemberian pupuk P dengan takaran 200 kg.ha^{-1} dengan nilai rata-rata pH 5,4. Hal itu disebabkan oleh pengaruh asam-asam organik yang terkandung dalam ekstrak kompos dapat bereaksi dengan kation Al-monomerik membentuk senyawa kelat-Al yang menyebabkan Al larut menjadi berkurang, Al larut merupakan penyebab kemasaman tanah atau penyumbang ion H^+ , sehingga dengan berkurangnya kelarutan Al maka pH tanah cenderung meningkat seiring dengan peningkatan pemberian ekstrak kompos dan pupuk P. Kemasaman tanah juga menurun dengan semakin meningkatnya pemberian pupuk P. Hal itu diduga terjadi melalui mekanisme netralisasi muatan positif oleh anion ortofosfat (H_2PO_4^-) di dalam kompleks jerapan tanah. Anion fosfat dapat bersenyawa dengan kation bermuatan positif seperti Al dan Fe yang bersamaan dengan itu terjadi pelepasan OH^- ke dalam larutan tanah, sehingga pH menjadi meningkat.

Sejalan dengan peningkatan pH tanah tersebut, Al-dd pun berkurang dengan

semakin meningkatnya konsentrasi ekstrak. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa efek interaksi antara ekstrak kompos limbah buah kakao dan pupuk P terhadap konsentrasi aluminium dapat ditukar (Al-dd) teruji nyata. Konsentrasi Al-dd Oxic Dystrudept dalam percobaan tanpa tanaman menurun dengan meningkatnya pemberian takaran ekstrak kompos pada semua takaran P, demikian pula konsentrasi Al-dd Oxic Dystrudept juga menurun dengan meningkatnya pemberian pupuk P pada semua takaran ekstrak.

Pengaruh ekstrak dalam menurunkan Al-dd tersebut, berkaitan dengan asam-asam organik yang dihasilkan oleh ekstrak kompos limbah buah kakao. Menurut Tan (1993), pemberian asam humat, asam fulvat, asam sitrat, dan asam oksalat kedalam tanah yang kandungan Al tinggi dapat menurunkan konsentrasi Al-dd dan meningkatkan hasil tanaman. Berkurangnya Al-dd tersebut disebabkan karena terbentuknya kelat atau kompleks Al-organik. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa konsentrasi Al-dd tanah juga menurun dengan semakin meningkatnya pemberian pupuk P. Hal itu juga terjadi melalui mekanisme netralisasi muatan positif oleh anion ortofosfat (H_2PO_4^-) di dalam kompleks jerapan tanah.

Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap P Tersedia dalam Oxic Dystrudept.

Efek interaksi antara ekstrak kompos dan pupuk P terhadap P tersedia teruji nyata. Analisis hasil uji beda rata-rata perlakuan disajikan dalam Tabel 3. Umumnya P tersedia Oxic Dystrudept semakin meningkat dengan peningkatan pemberian ekstrak kompos pada semua takaran pupuk P, dan P tersedia tanah semakin meningkat lagi dengan peningkatan takaran pemberian pupuk P pada semua takaran ekstrak kompos. P tersedia tanah terendah terlihat dalam perlakuan kontrol dengan rata-rata nilai 6,46 ppm, dan P tersedia tanah tertinggi diperoleh pada pemberian ekstrak kompos dengan takaran 2000 l.ha^{-1} yang disertai dengan pemberian pupuk P dengan takaran 200 kg.ha^{-1} dengan nilai rata-rata 16,82 ppm.

Tabel 1. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap Al-monomerik dalam Oxic Dystrudept

Takaran Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao (l.ha ⁻¹)	Takaran pupuk P (kg SP 18 per ha)				Rata-Rata
	0	50	100	200	
Al-monomerik (μM)					
0	650,8 c D	495,8 c C	408,5 c B	385,7 c A	485,2
500	466,5 b C	395,1 b B	384,0 b B	367,5 b A	403,2
1000	422,8 a C	376,3 a B	374,3 b B	355,4 b A	382,2
2000	414,4 a C	365,3 a B	360,9 a B	339,7 a A	370,0
Rata-Rata	488,6	408,1	381,9	362,1	

Ket : Angka-angka Sebaris yang Ditandai dengan Huruf Kapital yang Sama dan Angka-angka Sekolom yang Ditandai dengan Huruf Kecil yang Sama Tidak Berbeda Nyata menurut Uji BNJ $\alpha = 0,05$.

Tabel 2. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap pH Tanah dan Aluminium dapat Ditukar (Al-dd) dalam Oxic Dystrudept

Takaran Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao (l.ha ⁻¹)	Takaran Pupuk P (kg SP 18 per ha)				Rata-Rata
	0	50	100	200	
pH (H ₂ O) (1 : 2,5)					
0	4,8 a A	4,9 a A	5,0 a B	5,1 a B	4,9
500	5,0 b A	5,1 b B	5,2 b B	5,2 ab B	5,1
1000	5,1 c A	5,2 b AB	5,3 b BC	5,3 bc C	5,2
2000	5,3 d A	5,3 c AB	5,4 c B	5,4 c B	5,4
Rata-Rata	5,0	5,1	5,2	5,3	
pH (KCl) (1 : 2,5)					
0	4,1 a A	4,1 a AB	4,2 a B	4,3 ab C	4,1
500	4,1 ab A	4,1 a AB	4,2 a B	4,2 a B	4,2
1000	4,1 ab A	4,1 a A	4,2 a A	4,2 a A	4,2
2000	4,2 b A	4,3 b B	4,3 b B	4,3 b B	4,3
Rata-Rata	4,1	4,2	4,2	4,2	
Al-dd (cmol (+).kg ⁻¹)					
0	7,06 c C	6,72 c B	6,63 c B	6,16 c A	6,64
500	6,99 c D	6,58 c C	5,79 b B	5,28 b A	6,16
1000	5,92 b B	5,88 b B	5,28 a A	5,10 ab A	5,55
2000	5,57 a C	5,16 a B	5,10 a AB	4,89 a A	5,18
Rata-Rata	6,38	6,09	5,70	5,36	

Ket : Angka-angka Sebaris yang Ditandai dengan Huruf Kapital yang Sama dan Angka-angka Sekolom yang Ditandai dengan Huruf Kecil yang Sama Tidak Berbeda Nyata Menurut Uji BNJ $\alpha = 0,05$.

Tabel 3. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap tersedia dalam Oxic Dystrudept

Takaran Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao (l.ha ⁻¹)	Takaran Pupuk P (kg SP 18 per ha)				Rata-Rata
	0	50	100	200	
	P tersedia (ppm)				
0	6,46 a A	8,20 a B	9,88 a C	12,08 a D	9,16
500	6,91 a A	9,23 ab B	11,08 b C	15,29 b D	10,63
1000	8,09 b A	9,83 b B	11,37 b C	16,51 c D	11,45
2000	9,22 b A	10,36 b A	12,66 c B	16,82 c C	12,27
Rata-Rata	7,67	9,41	11,25	15,18	

Ket : Angka-angka Sebaris yang Ditandai dengan Huruf Kapital yang Sama dan Angka-angka Sekolom yang Ditandai dengan Huruf Kecil yang Sama Tidak Berbeda Nyata Menurut Uji BNJ $\alpha = 0,05$.

Tabel 4. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap Kadar C Organik dan Kapasitas Pertukaran Kation (KPK) Oxic Dystrudept

Takaran ekstrak kompos limbah buah kakao (l.ha ⁻¹)	Takaran pupuk P (kg SP 18 per ha)				Rata-Rata
	0	50	100	0	
C organik (%)					
0	1,81 a	1,98 a	1,98 a	2,07 a	1,96
500	A	B	B	B	2,30
	2,20 b	2,27 b	2,34 b	2,38 b	
1000	A	AB	B	B	2,47
	2,40 c	2,43 c	2,49 c	2,55 c	
2000	A	A	AB	B	2,59
	2,55 d	2,55 d	2,58 c	2,67 d	
	A	A	AB	B	
Rata-Rata	2,24	2,31	2,35	2,42	
KPK (cmol (+).kg ⁻¹)					
0	22,94 a	23,62 a	24,13 a	24,78 a	23,87
500	A	AB	B	B	25,51
	23,56 ab	24,07 a	26,60 b	27,83 b	
1000	A	A	B	C	26,68
	24,17 bc	25,55 b	27,70 bc	29,29 c	
2000	A	B	C	D	27,72
	25,02 c	26,79 c	28,58 c	30,47 d	
	A	B	C	D	
Rata-Rata	23,92	25,01	26,75	28,09	

Ket : Angka-angka Sebaris yang Ditandai dengan Huruf Kapital yang Sama dan Angka-angka Sekolom yang Ditandai dengan Huruf Kecil yang Sama Tidak Berbeda Nyata Menurut Uji BNJ $\alpha = 0,05$.

Peningkatan P tersedia tanah sebagai akibat pemberian ekstrak kompos dan pupuk P sangat erat hubungannya dengan konsentrasi Al khususnya Al-monomerik dan kemasaman tanah (Tisdale *et al.*, 1993). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa interaksi ekstrak kompos dan pupuk P mampu menurunkan konsentrasi Al-monomerik dan

meningkatkan pH tanah, yang mengakibatkan ketersediaan P meningkat. Tampaknya, apa yang diungkapkan oleh Stevenson (1994) sejalan dengan hasil penelitian ini. Mereka berpendapat bahwa senyawa organik cukup efektif untuk mengurangi Al yang tinggi dalam tanah-tanah masam.

Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap Kadar C Organik dan Kapasitas Pertukaran Kation (KPK) Oxic Dystrudept. Berdasarkan sidik ragam data konsentrasi C organik (Tabel 4), efek interaksi antara ekstrak kompos limbah buah kakao dan pupuk P teruji nyata. Konsentrasi C organik Oxic Dystrudept tertinggi diperoleh pada pemberian ekstrak kompos dengan takaran 2000 l.ha^{-1} yang disertai dengan pemberian pupuk P dengan takaran 200 kg.ha^{-1} . Tabel 4 menunjukkan bahwa, konsentrasi C organik tanah meningkat dari 1,85% menjadi 2,67%. Meningkatnya konsentrasi C organik dalam larutan tanah dapat dipahami karena unsur karbon dari ekstrak kompos yang diberikan sangat berlimpah-limpah yang pada umumnya sekitar setengah massa total (Lara, 2004). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan akan diperoleh konsentrasi C organik tanah yang semakin tinggi pula. Sejalan dengan peningkatan konsentrasi C organik tanah, KPK tanah juga mengalami peningkatan dengan semakin meningkatnya konsentrasi ekstrak.

Efek interaksi antara pupuk P dan ekstrak kompos terhadap KPK teruji nyata. Umumnya KPK Oxic Dystrudept semakin meningkat dengan peningkatan pemberian ekstrak kompos pada semua takaran pupuk P, dan KPK tanah semakin meningkat lagi dengan peningkatan takaran pemberian pupuk P pada semua takaran ekstrak kompos. KPK tanah terendah terlihat dalam perlakuan kontrol dengan rata-rata nilai $22,94 \text{ cmol (+).kg}^{-1}$, dan KPK tanah tertinggi diperoleh pada pemberian ekstrak kompos dengan takaran 2000 l.ha^{-1} yang disertai dengan pemberian pupuk P dengan takaran 200 kg.ha^{-1} dengan nilai rata-rata $30,47 \text{ cmol (+).kg}^{-1}$.

Interaksi yang sinergis antara pemberian ekstrak kompos dengan pupuk P menyebabkan KPK tanah lebih tinggi dibanding dengan KPK kontrol. Hal tersebut disebabkan adanya peningkatan pH. Lickaz dan Penny (2002) menyatakan bahwa meningkatnya KPK sejalan dengan peningkatan pH.

Percobaan Pot dengan Tanaman Jagung sebagai Tanaman Indikator pada Oxic Dystrudept.

Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap Bobot Kering Tanaman Jagung pada Oxic Dystrudept. Jagung yang ditanam dalam Oxic Dystrudept sangat responsif terhadap pemberian ekstrak kompos dan pupuk P dengan takaran yang semakin meningkat sebagaimana terukur dari hasil penimbangan rata-rata bobot kering tanaman tersebut (Tabel 5). Bobot kering rata-rata tertinggi, yaitu sebesar $56,82 \text{ g/pot}$, diperoleh pada pemberian ekstrak kompos dengan takaran 2000 l.ha^{-1} dan pupuk P dengan takaran 200 kg.ha^{-1} . Secara umum terlihat bahwa bobot kering tanaman meningkat seiring dengan bertambahnya takaran ekstrak kompos yang diberikan dan akan semakin meningkat dengan pemberian pupuk P pada takaran yang meningkat pula.

Meningkatnya bobot kering tanaman sebagai efek interaksi ekstrak kompos dan pupuk P mencerminkan pertumbuhan tanaman jagung tersebut yang cukup baik. Pertumbuhan tanaman jagung ini sangat ditunjang oleh perbaikan ciri kimia tanah oleh masukan kedua bahan tersebut. Pemberian ekstrak kompos sangat berpengaruh terhadap penurunan Al-monomerik, Al-dd, peningkatan pH tanah, kandungan P tersedia, dan KPK tanah. Perbaikan ciri kimia yang sama akibat setiap peningkatan takaran P kurang lebih sama dengan perbaikan yang disebabkan oleh pemberian ekstrak kompos. Peningkatan bobot kering tanaman tampaknya memang sangat ditentukan oleh perbaikan lingkungan tumbuh akar. Pertumbuhan akar yang baik memungkinkan serapan air, P dan hara lainnya lebih intensif (Hakim, 1982).

Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap Konsentrasi P dan Serapan P dalam Tanaman Jagung pada Oxic Dystrudept. Berdasarkan sidik ragam data konsentrasi dan serapan P, menunjukkan bahwa efek interaksi antara ekstrak kompos limbah buah

kakao dan pupuk P teruji nyata. Konsentrasi P nyata lebih tinggi pada pemberian ekstrak kompos dengan takaran 2000 l.ha⁻¹ dibandingkan dengan takaran 500 l.ha⁻¹ dan 1000 l.ha⁻¹ (Tabel 6). Pemberian pupuk P hingga takaran 200 kg.ha⁻¹ nyata meningkatkan konsentrasi P tanaman lebih tinggi, jika dibandingkan dengan takaran 0 kg.ha⁻¹ dan 100 kg.ha⁻¹. Konsentrasi P rata-rata adalah 0,62%, dan kadar P tersebut tergolong cukup (*sufficient*).

Tabel 5. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao pada Berbagai Takaran Pupuk P terhadap Bobot Kering Tanaman Jagung dalam Oxic Dystrudept

Takaran Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao (l.ha ⁻¹)	Takaran Pupuk P (kg SP 18 per ha)				Rata-Rata
	0	50	100	200	
Bobot Kering (g.pot ⁻¹)					
0	5,39 a	11,59 a	19,01 a	34,19 a	17,55
	A	B	C	D	
500	10,93 b	24,05 b	35,84 b	38,42 a	27,31
	A	B	C	C	
1000	23,88 c	36,53 c	53,84 c	56,16 b	42,60
	A	B	C	C	
2000	34,05 d	39,60 c	55,89 c	56,82 b	46,59
	A	B	C	C	
Rata-Rata	18,56	27,94	41,15	46,40	

Ket : Angka-angka Sebaris yang Ditandai dengan Huruf Kapital yang Sama dan Angka-angka Sekolom yang Ditandai dengan Huruf Kecil yang Sama Tidak Berbeda Nyata Menurut Uji BNJ $\alpha = 0,05$.

Tabel 6. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap Konsentrasi P dan Serapan P dalam Jaringan Trubus Tanaman Jagung dalam Oxic Dystrudept

Takaran Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao (l.ha ⁻¹)	Takaran Pupuk P (kg SP 18 per ha)				Rata-Rata
	0	50	100	200	
Konsentrasi P dalam Trubus Tanaman(%)					
0	0,29 a A	0,31 a B	0,35 a C	0,40 a D	0,34
500	0,33 b A	0,40 b B	0,45 b C	0,47 b C	0,41
1000	0,40 c A	0,45 c B	0,50 c C	0,51 c C	0,46
2000	0,46 d A	0,46 c A	0,56 d B	0,62 d C	0,53
Rata-Rata	0,37	0,41	0,46	0,50	
Serapan P dalam Trubus Tanaman (mg.tanaman ⁻¹)					
0	15,5 a A	36,5 a A	67,3 a B	136,2 a C	63,9
500	36,4 a A	96,3 b B	161,4 b C	179,6 b C	118,4
1000	95,6 b A	165,0 c B	267,7 c C	286,8 c C	203,8
2000	157,3 c A	183,8 c B	310,8 d C	351,8 d D	250,9
Rata-Rata	76.2	120.4	201.8	238.6	

Ket : Angka-angka Sebaris yang Ditandai dengan Huruf Kapital yang Sama dan Angka-angka Sekolom yang Ditandai dengan Huruf Kecil yang Sama Tidak Berbeda Nyata Menurut Uji BNJ $\alpha = 0,05$.

Tabel 7. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao dan Pupuk P terhadap Efisiensi Serapan P Tanaman Jagung dalam Oxic Dystrudept

Takaran Ekstrak Kompos Limbah Buah Kakao (l.ha ⁻¹)	Takaran Pupuk P (kg SP 18 per ha)			Rata-Rata
	50	100	200	
	Efisiensi Serapan P Tanaman (%)			
0	2,7 a A	3,4 a A	4,0 a A	3,4
500	10,7 b B	9,7 b B	5,5 a A	8,6
1000	19,9 c C	16,8 c B	9,0 b A	15,2
2000	22,4 d C	19,6 d B	11,2 b A	17,7
Rata-Rata	13,9	12,4	7,4	

Ket : Angka-angka Sebaris yang Ditandai dengan Huruf Kapital yang Sama dan Angka-angka Sekolom yang Ditandai dengan Huruf Kecil yang Sama Tidak Berbeda Nyata Menurut Uji BNJ $\alpha=0,05$.

Meningkatnya konsentrasi P tanaman disebabkan oleh bertambahnya konsentrasi P yang tersedia di dalam larutan tanah akibat pertambahan takaran pupuk P. Hal tersebut juga telah dilaporkan oleh Tisdale *et al.* (1993), bahwa semakin tinggi konsentrasi P di dalam larutan tanah akan semakin meningkat pula kadar P tanaman. Menurut Stevenson (1994), meningkatnya ketersediaan P juga dapat disebabkan oleh gugus-gugus fungsional dari asam fulvat dan asam humat, seperti karboksil (COOH) dan hidroksil (OH) yang dihasilkan dari ekstrak kompos bereaksi dengan ion logam seperti Al³⁺ dan Fe³⁺ membentuk senyawa kelat yang nisbi tidak larut dan dapat melepaskan P dari ikatan kation-kation tersebut, sehingga P menjadi lebih tersedia. Lebih lanjut dilaporkan oleh Darman (2006), bahwa pelepasan P dengan pemberian ekstrak kompos terbukti dengan kecenderungan semakin menurunnya aktivitas Aluminium khususnya Aluminium monomerik dengan meningkatnya takaran ekstrak yang diberikan. Peningkatan P tersedia juga dapat disebabkan secara langsung melalui mineralisasi P yang terkandung dalam ekstrak kompos yang digunakan. Hal itu dapat dipahami karena ekstrak limbah buah kakao yang digunakan dalam percobaan itu mengandung 5,40 mg P.l⁻¹.

Pengaruh pemberian pupuk P terhadap konsentrasi P tanaman juga meningkat dengan semakin meningkatnya

takaran pupuk P yang diberikan. Peningkatan P tersebut, selain disebabkan oleh hasil hidrolisis dari pupuk P yang secara langsung dapat memberikan hara P dalam tanah, hal ini juga dapat disebabkan oleh pengaruh tidak langsung, yaitu melalui mineralisasi P dari bahan organik alami tanah (*natural of soil organic matter*) karena pemberian pupuk P cenderung meningkatkan pH (H₂O) tanah. Serapan P tanaman jagung umumnya meningkat dengan semakin meningkatnya pemberian ekstrak kompos limbah buah kakao dan akan semakin meningkat lagi dengan semakin meningkatnya takaran pupuk P. Serapan P tertinggi diperoleh pada pemberian takaran ekstrak 2000 l.ha⁻¹ dan pupuk P dengan takaran 200 kg.ha⁻¹ dengan angka rata-rata 351,8 mg.tanaman⁻¹.

Efisiensi Serapan P Tanaman Jagung.

Berdasarkan sidik ragam menunjukkan bahwa efek interaksi di antara pupuk P dan ekstrak kompos teruji nyata. Efisiensi serapan P meningkat dengan semakin meningkatnya takaran ekstrak kompos (Tabel 7). Efisiensi serapan P tertinggi diperoleh dengan nilai rata-rata 17,7% pada pemberian ekstrak kompos dengan takaran 2000 l.ha⁻¹. Peningkatan ini boleh jadi disebabkan karena unsur P yang ada dalam ekstrak limbah kulit buah kakao yang digunakan, menambah pasokan hara P tersedia tanah. Selain itu, semakin meningkat

takaran ekstrak kompos limbah buah kakao yang diberikan juga akan meningkatkan kandungan senyawa organik dalam tanah seperti humat dan fulvat, senyawa organik lainnya, dan menurunkan kandungan Al-monomerik dan Al-dd, serta meningkatkan kelarutan P pupuk dan P asli tanah, akibatnya lingkungan pertumbuhan dan perkembangan perakaran tanaman menjadi lebih baik yang menyebabkan keseimbangan hara di dalam tanah akan menjadi lebih baik pula, sehingga serapan P tanaman meningkat dengan semakin meningkatnya pemberian ekstrak, yang mendorong peningkatan efisiensi serapan P.

Efisiensi serapan P semakin menurun dengan semakin meningkatnya takaran pupuk P. Efisiensi serapan P tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk P pada takaran 50 kg.ha⁻¹ dengan nilai rata-rata 13,9%. Penurunan ini boleh jadi disebabkan karena pemberian ekstrak dengan takaran semakin meningkat akan memperbaiki kondisi sistem rhizosfer menjadi lebih baik sehingga menyebabkan serapan hara P tanaman jagung sangat respons pada takaran 50 kg.ha⁻¹, yang selanjutnya respons serapan hara tanaman akan berangsur-angsur

menurun dengan peningkatan takaran P yang diberikan.

KESIMPULAN

Aplikasi ekstrak kompos limbah buah kakao dengan takaran semakin meningkat nyata menurunkan aktivitas Al-monomerik dan Al-dd, serta nyata meningkatkan pH, P tersedia, kadar C organik tanah, KPK tanah, bobot kering tanaman, konsentrasi dan serapan P tanaman jagung.

Efisiensi serapan P tanaman jagung tertinggi diperoleh dengan nilai rata-rata 22,4 % pada takaran ekstrak kompos limbah buah kakao 2000 l.ha⁻¹ dengan pemupukan P 50 kg P.ha⁻¹,

Dalam setiap pemupukan P dengan takaran meningkat, konsentrasi dan serapan P dalam jaringan tanaman juga meningkat. Aplikasi pupuk P dengan takaran 200 kg.ha⁻¹ menghasilkan konsentrasi P tanaman tertinggi (0,50%) dan serapan P (238,61 mg.tanaman⁻¹) pada umur 38 HST.

Ekstrak kompos limbah buah kakao dan pupuk P berinteraksi positif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*) dan serapan P dalam Oxic Dystrudept.

DAFTAR PUSTAKA

- Baquerol, J. E., and L. A. Rojas. 2001. *Interaction Effects of Organic Materials and Lime on Grain Yield and Nutrient Acquisition of Three Maize Varieties Grown in an Oxisol of The Colombian Eastern Plains*. P. 982-983 In W. J. Horst (ed.). *Plant Nutrition – Food Security and Sustainability of Agro-Ecosystems*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Darman, S., 2006. *Penurunan Aktivitas Aluminium Monomerik dan Hasil Kedelai Akibat Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Tandan Buah Sawit dan Pupuk Fosfat pada Oxic Dystrudepts*. J. Agroland 13 (2): 121-128, Juni 2006.
- Date, R. A., N. J. Grundon., G. E. Rayment., and M.E. Probert. 1995. *Plant - Soil Interactions at Low pH: Principles and Management. Proceedings of The Third International Symposium on Plant - Soil Interactions at Low PH.*. Brisbane, Queensland, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- De Cristofaro, A. J.Z. Heb, D.H. Zhou, and A. Violante. 2000. *Adsorption of Phosphate and Tartrate on Hydroxy – Aluminum – Oxalate Precipitates Soil Sci. Soc. Am. J* 64:1347-1355.
- Hakim, N, 1982. *Pengaruh Pupuk Hijau dan Kapur pada Podsolik Merah - Kuning terhadap Ketersediaan Fosfor dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)*. Disertasi Doktor. Fakultas Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Lara, A. D. 2004. *Organic Materials Management*. [http:// www. ciwmb. ca. gov/ Organics](http://www.ciwmb.ca.gov/Organics). California Integrated Waste Management Board. Diakses 26 Oktober 2004.

- Lickaz, J., and D. Penny. 2002. *Soil Organic Matter*. Melalui < [http://www. Organic gov.abc](http://www.Organic.gov.abc)> Diakses Tanggal 28 April 2010.
- Sanchez, P. A., 1992. *Properties and Management of Soils in The Tropics*. Terjemahan J. T. Jayadinata. Penerbit ITB, Bandung.
- Simarmata, T., 2001. *Pengaruh Pupuk Majemuk Lengkap Tablet terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis Guinenensis. Jacq) pada Tanah Ultisols*. J. Agrikultura 12: 47-51.
- Stevenson, F. J. 1994. *Humus Chemistry*. Genesis, Composition, Reations. John Wiley and Sons, New York.
- Tan, K. H. 1993. *Principles of Soil Chemistry*. 2nd ed. Marcel Dekker, New York.
- Tisdale, S. L., W.L. Nelson, J. D. Beaton., and J.L. Havlin. 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*. 5thed. Macmillan Publ., Co, New York.
- Weber, 2002. *Function of Organic Matter in Soil*. Page 1 of 2. Available online at <http://www.ar.wroc.pl/weber/rola> 2. htm. Diakses Tanggal 28 April 2010.